

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

(11) N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 620 242

(21) N° d'enregistrement national :

87 12479

(51) Int Cl⁴ : G 05 B 19/42.

(12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 9 septembre 1987.

(30) Priorité :

(43) Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 10 du 10 mars 1989.

(60) Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

(71) Demandeur(s) : « SOCIÉTÉ NATIONALE D'ETUDE ET
DE CONSTRUCTION DE MOTEURS D'AVIATION »
S.N.E.C.M.A., Société Anonyme. — FR.

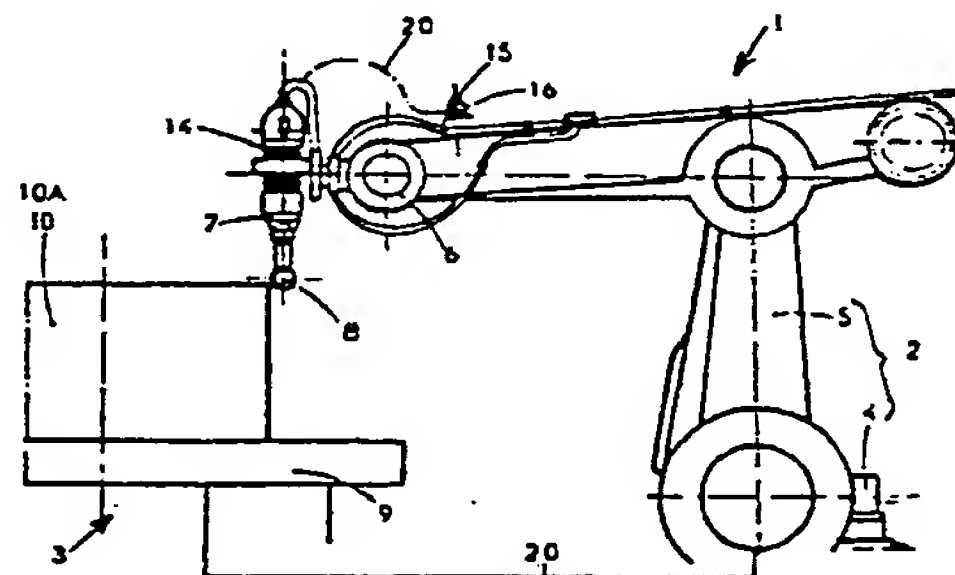
(72) Inventeur(s) : Jacques Delaval; Jean-Yves Marie
Nioche; Jean-Marie Pontier.

(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire(s) : François Moinat.

(54) Procédé d'utilisation d'un robot d'ébavurage.

(57) Pour réaliser des opérations automatiques d'usinage en
finition de pièces mécaniques 10 un procédé d'utilisation d'un
robot 2 d'ébavurage comporte au moins une étape *a* de
programmation du robot 2 par apprentissage déterminant des
points remarquables par détection au moyen d'un circuit élec-
trique 20 d'un contact entre outil 8 et pièce-étalon 10A et une
étape *b* de recalage de trajectoire, au début de toute opération
d'usinage d'une pièce 10, où un repérage suivant les trois axes
et une redéfinition des origines transposant le programme
d'usinage de la pièce 10 dans l'espace sont effectués à
nouveau à partir des contacts outil/pièce détectés de la même
manière que lors de l'étape *a*.



BEST AVAILABLE COPY

R 2 620 242 - A1

DESCRIPTION

La présente invention concerne un procédé d'utilisation d'un robot pour un usinage en finition de pièces mécaniques comportant notamment un ébavurage ou un chanfreinage à l'aide d'un outil de coupe entraîné par une meuleuse, l'opération d'usinage étant automatique et les déplacements de l'outil commandés numériquement à partir du robot.

La mise en oeuvre de ces opérations automatisées tend actuellement, dans de nombreux domaines de construction mécanique, et notamment pour les applications aéronautiques particulièrement visées par l'invention, à remplacer des travaux auparavant exécutés manuellement et dont la qualité et notamment la répétitivité restaient tributaires de l'opérateur et de son "tour de main". Cette mise en oeuvre exige pour les types de robots couramment utilisés dans ces applications une opération de programmation du robot par apprentissage. Différents points de la trajectoire à parcourir sont dans ce but repérés manuellement par appréciation visuelle de la position de l'outil par rapport à la pièce et la recherche d'un point de contact outil/pièce est largement tributaire de la dextérité de l'opérateur qui conditionne ainsi la précision du parcours. Des difficultés plus importantes apparaissent encore lorsque les formes des pièces ne permettent pas un accès aisé en tous les points. De toute manière, cette opération reste longue et délicate et essentiellement tributaire d'un opérateur, ce qui restreint la portée de l'automatisation et ne permet pas d'atteindre les buts visés à l'origine.

Quelques améliorations ont toutefois été proposées. US-A-4 506 448, par exemple, propose une solution particulière pour une opération de programmation de robot par

apprentissage. Un dispositif spécifique comportant un capteur électrique est monté sur le bras du robot et des lampes indiquent la position correcte détectée.

5

L'utilisation d'un capteur distinct impose cependant un démontage/remontage supplémentaire qui peut nuire à la précision du positionnement. Par ailleurs, les solutions antérieures et les dispositifs connus ne proposent pas de
10 solution satisfaisante à certains problèmes supplémentaires qui subsistent. Notamment, la position des arêtes de pièces à ébavurer ou chanfreiner présente des tolérances de fabrication par rapport aux références d'appui et de centrage de la pièce. Ces dispersions
15 imposent à chaque pièce de recalculer le parcours qui a été programmé par apprentissage. Un des buts de l'invention est d'inclure dans le procédé une méthode de recalage de trajectoire pour un robot d'ébavurage. L'invention vise également, en une étape unique de recalage de trajectoire
20 et en intégrant cette étape au début d'une opération d'usinage/ finition sans intervention supplémentaire d'un opérateur et sans nécessiter un remontage d'outil, à obtenir une redéfinition des origines corrigées au niveau du directeur de commande numérique du robot, en tenant
25 compte des effets cumulés des diverses sources d'erreurs (tolérances de fabrication des pièces, usures d'outil, précision de l'installation entre robot porte-outil et positionneur de pièce, tolérances de position au montage des différents éléments-outil, pièce, etc.). Il peut être
30 utile et intéressant également d'exploiter les données obtenues lors de cette étape pour le contrôle géométrique des pièces.

Ces buts sont atteints par un procédé d'utilisation d'un
35 robot d'ébavurage conforme à l'invention, caractérisé en

ce qu'il comporte au moins les étapes suivantes :

a) une étape de programmation du robot par apprentissage
5 au cours de laquelle un système de détection constitué
d'un circuit électrique alimenté en basse tension,
comportant une lampe témoin et un point de mesure, la
pièce-étalon à une polarité et l'outil porté par la
meuleuse isolée du robot à l'autre polarité, détecte et
10 émet un signal lors du contact entre l'outil et une pièce-
étalon aux points choisis déterminant la trajectoire de
l'outil ;

b) une étape de recalage de trajectoire au cours de
15 laquelle et au début de toute opération d'usinage d'une
pièce, un repérage suivant les trois axes est effectué
sur la base des contacts outil/pièce détectés de la même
manière que lors de l'étape (a) et établis en un ou
plusieurs points déterminés de la pièce, de manière à
20 transmettre l'information au directeur de commande
numérique du robot et à obtenir ainsi une redéfinition des
origines et une transposition du programme d'usinage de
ladite pièce dans l'espace par la mise en oeuvre de
logiciels adaptés connus en soi.

25

De cette manière, on obtient avantageusement grâce à
l'invention une détermination exacte et précise des points
qui définissent la trajectoire des déplacements de
l'outil par rapport à une pièce-étalon, programmée sur le
30 robot et également toutes les corrections nécessaires à
une reproduction correcte sur chaque pièce usinée sont
effectuées automatiquement au début de toute opération
d'usinage utilisant le robot.

35

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention seront mieux compris à la lecture qui va suivre de la description d'un mode de réalisation de la mise en oeuvre
5 du procédé conforme à l'invention et en référence aux dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 représente une vue d'ensemble schématique d'une installation au moyen de laquelle est réalisé le
10 procédé d'utilisation d'un robot d'ébavurage conforme à l'invention ;

- la figure 2 montre un schéma de principe du système de détection du contact entre outil de coupe et pièce à
15 usiner dans l'installation représentée à la figure 1.

L'installation 1 représentée à la figure 1 est destinée à réaliser selon un procédé conforme à l'invention des opérations d'usinage en finition de pièces mécaniques
20 diverses, destinées par exemple à être montées dans des ensembles aéronautiques, comportant notamment l'ébavurage ou le chanfreinage au moyen d'un outil de coupe d'arêtes sur lesdites pièces qui subsistent à l'issue des opérations précédentes de fabrication et mise en forme,
25 notamment par usinage. Ladite installation 1 comporte deux ensembles principaux , un robot 2 d'ébavurage et un positionneur 3. Le robot 2 est d'un type connu en soi pour les applications envisagées et comporte notamment un socle 4 d'appui au sol et un corps de robot 5 qui comprend de
30 manière connue, ne nécessitant pas d'être décrite plus en détails, les différentes liaisons notamment d'alimentation électrique ainsi que les divers mécanismes d'actionnement et de commande nécessaires à son fonctionnement. Le robot 2 comporte également au moins un bras 6 dont l'extrémité
35 porte une meuleuse 7 sur laquelle est fixé, de manière

également connue, un outil de coupe 8 qu'elle entraîne en rotation. Les déplacements de l'outil de coupe 8 selon trois axes perpendiculaires de commande sont assurés par le bras 6 du robot 2 et sont commandés numériquement par un directeur de commande intégré dans le système de commande du robot 2. Pour réaliser une opération d'usinage/finition sur un type donné de pièces, le robot 2 est programmé selon une méthode par apprentissage qui constitue une étape remarquable du procédé d'utilisation du robot conforme à l'invention et qui sera décrite plus en détails plus loin. Le positionneur 3 est constitué principalement d'un plateau 9 sur lequel est fixé par tout moyen connu la pièce 10 à usiner et il comporte également un socle d'appui ainsi que des moyens connus en soi pour entraîner éventuellement ledit plateau 9 porte-pièce en rotation ou pour l'incliner.

De manière remarquable, conforme à l'invention, l'installation 1 qui vient d'être décrite est complétée par un système de détection électrique du contact entre outil de coupe et pièce à usiner ou pièce-étalon correspondante, qui est schématisé sur la figure 2. Ledit système comporte un circuit électrique 20 alimenté en 11, en basse tension, par un dispositif comportant, par exemple, un transformateur 12, un redresseur et un filtre 13. Afin de réaliser ce circuit, la meuleuse 7 est isolée de l'extrémité du bras 6 du robot par l'interposition d'un matériau isolant 14. Le circuit relie ainsi l'outil 8, la meuleuse 7 à une lampe témoin 15 reliée à une polarité pendant que la pièce 10 est reliée à l'autre polarité. Au moment du contact de l'outil 8 sur la pièce 10, ledit circuit électrique se ferme et la lampe témoin 15 s'allume, déterminant ainsi avec précision la position du point de contact entre outil 8 et pièce 10. Le circuit

est complété par un interrupteur 16 de mise en service et comporte un point de mesure 17 auquel la tension s'annule au moment de la fermeture du circuit électrique, ce qui correspond à l'émission d'un signal dont l'exploitation permet, de manière connue en soi, d'enregistrer les données correspondantes de position du point de contact outil/pièce, notamment au niveau du directeur de commande du robot 2.

10

Le procédé remarquable et conforme à l'invention d'utilisation du robot d'ébavurage 2 qui vient d'être brièvement décrit concerne notamment deux étapes dudit procédé :

15

- a) une étape de programmation du robot par apprentissage,
- b) et une étape de recalage de trajectoire au début de chaque opération d'usinage d'une pièce.

20

Ladite étape (a) consiste essentiellement à inscrire dans le programme d'usinage du robot d'abavurage 2 les points choisis qui détermineront les trajectoires que l'outil de coupe 8 devra suivre au cours de l'opération d'usinage pour un type donné de pièces. Pour cette étape de programmation, on utilise par conséquent une pièce-étalon 10A représentative des pièces 10 à réaliser et, conformément à l'invention, la position desdits points choisis de détermination de la trajectoire est obtenue par le contact électrique entre l'outil 8 et la pièce-étalon 10A.

Ladite étape (b) qui se situe au début de toute opération d'usinage d'une pièce 10 est destinée à éliminer toutes

35

les erreurs de position géométriques de diverses origines et dûes notamment aux effets cumulés des tolérances de montage d'outil, usures d'outil, tolérances de fabrication
5 des pièces à usiner et diverses tolérances de position ou montage des éléments de l'installation. Dans ce but, elle consiste à effectuer un recalage des origines à partir à nouveau d'un repérage suivant les trois axes de points choisis dans lesquels on établit le contact électrique
10 entre outil de coupe 8 et pièce 10. Le signal obtenu en 17 transmis au directeur de commande du robot 2 permet ainsi d'effectuer une transposition du programme d'usinage de ladite pièce 10 dans l'espace, en mettant en oeuvre des logiciels adaptés, connus en soi.

15

Le procédé conforme à l'invention permet ainsi, entre autres avantages, notamment de souplesse d'utilisation, de simplicité et de rapidité, de réaliser une automatisation de travaux auparavant réalisés manuellement sans rester
20 tributaire d'un facteur humain aléatoire, tenant à un "doigté" ou un "tour de main" de l'opérateur.

25

30

35

REVENDICATION

1. - Procédé d'utilisation d'un robot (2) pour une
opération automatique d'usinage en finition de pièces
mécaniques (10), montées sur un positionneur (3), par
5 ébavurage ou chanfreinage au moyen d'un outil de coupe
(8) entraîné par une meuleuse (7) solidaire du robot (2),
les déplacements de l'outil (8) étant commandés
numériquement à partir du robot (2), caractérisé en ce
qu'il comporte au moins les étapes suivantes :

10

a) une étape de programmation du robot (2) par
apprentissage au cours de laquelle un système de détection
constitué d'un circuit électrique (20) alimenté en basse
tension (11), comportant une lampe témoin (15) et un point
15 de mesure (17), une pièce-étalon (10A) à une polarité et
l'outil (8) porté par la meuleuse (7) isolée du robot (2)
à l'autre polarité, détecte et émet un signal lors du
contact entre outil (8) et pièce-étalon (10A) aux points
choisis déterminant la trajectoire de l'outil (8) ;

20

b) une étape de recalage de trajectoire au cours de
laquelle et au début de toute opération d'usinage d'une
pièce (10), un repérage suivant les trois axes est
effectué sur la base des contacts outil/pièce détectés de
25 la même manière que lors de l'étape (a) et établis en un
ou plusieurs points déterminés de la pièce (10), de
manière à transmettre l'information au directeur de
commande numérique du robot (2) et à obtenir ainsi une
redéfinition des origines et une transposition du
30 programme d'usinage de ladite pièce (10) dans l'espace par
la mise en oeuvre de logiciels adaptés connus en soi.

35

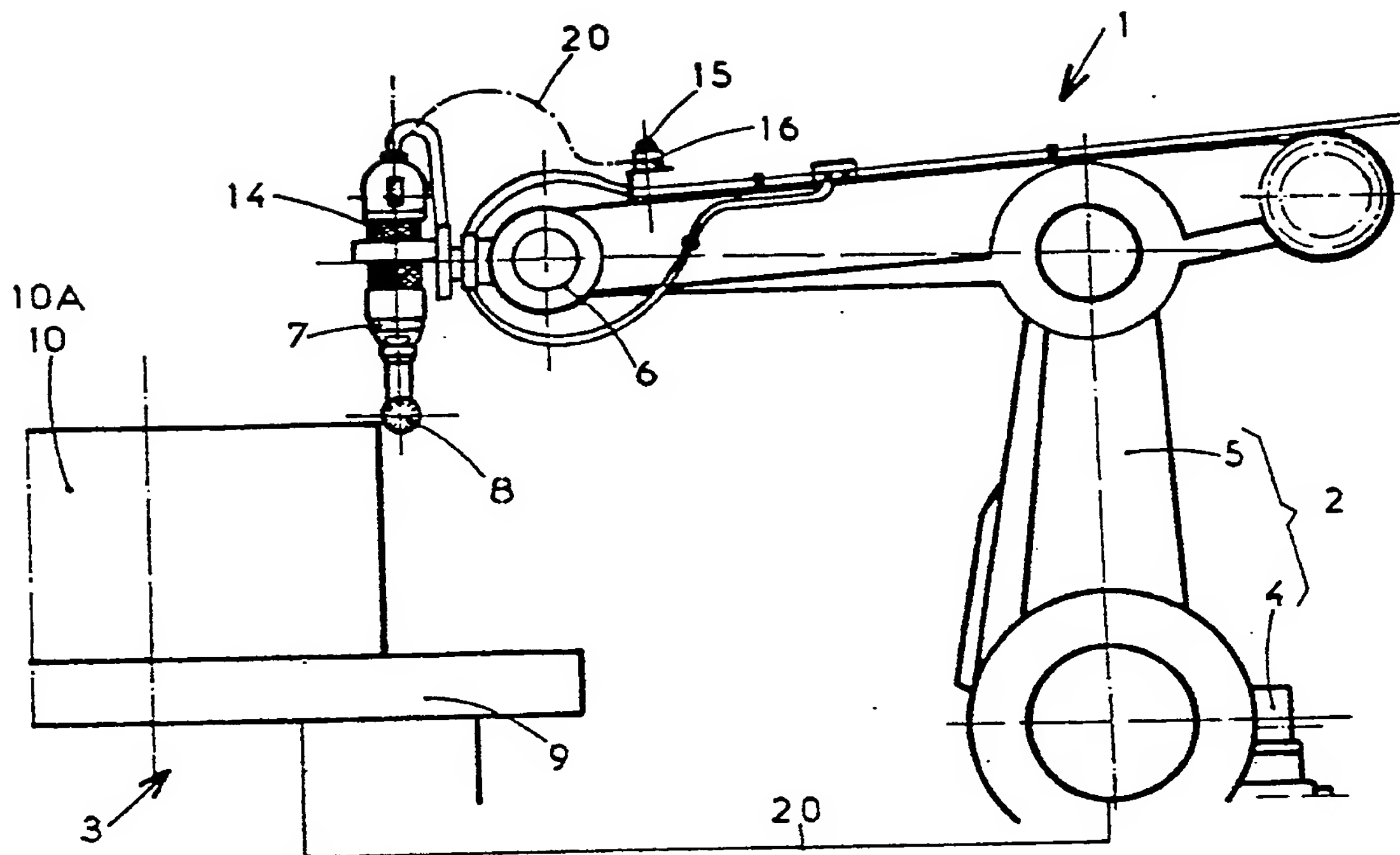


FIG: 1

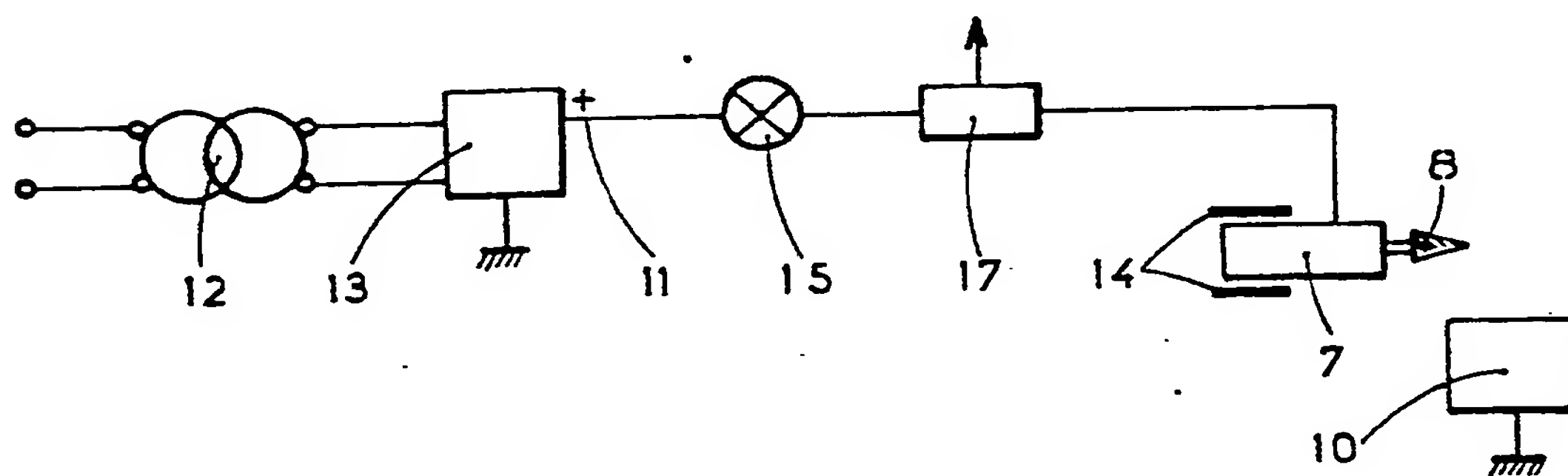


FIG: 2

BEST AVAILABLE COPY